

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-327605

(43) 公開日 平成11年(1999)11月26日

| (51) Int. Cl. <sup>6</sup> | 識別記号 | F I           |   |
|----------------------------|------|---------------|---|
| G 0 5 B 13/02              |      | G 0 5 B 13/02 | B |
| 11/36                      |      | 11/36         | C |
| G 1 1 B 7/09               |      | G 1 1 B 7/09  | A |
| H 0 3 G 3/30               |      | H 0 3 G 3/30  | D |

審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 10 頁)

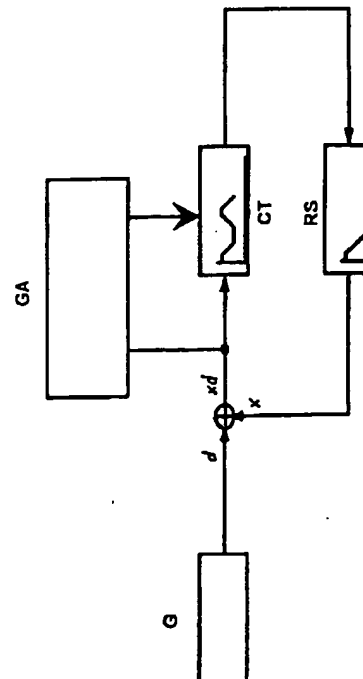
|              |                     |          |  |
|--------------|---------------------|----------|--|
| (21) 出願番号    | 特願平10-367163        | (71) 出願人 | 395010325<br>ドイツェ トムソン-ブランド ゲーエム<br>ベーハー<br>DEUTSCHE THOMSON-BR<br>ANDT GMBH<br>ドイツ連邦共和国, デー-78048 ヴィ<br>リンゲン- シュヴェニンゲン, ヘルマ<br>ン-シュヴェール-ストラーセ 3番地 |
| (22) 出願日     | 平成10年(1998)12月24日   | (72) 発明者 | リカルト ルチェマン<br>ドイツ連邦共和国, デー-79793 ヴー<br>トエーシンゲン, イム グロイト 10番<br>地   |
| (31) 優先権主張番号 | 1 9 7 5 7 4 4 0 . 8 | (74) 代理人 | 弁理士 山本 恵一  |
| (32) 優先日     | 1997年12月23日         |          |  |
| (33) 優先権主張国  | ドイツ (DE)            |          |  |

(54) 【発明の名称】 制御ループのゲインの自動設定

(57) 【要約】

【課題】 迅速であるにもかかわらず信頼できる設定および／または同調手順を特徴とする、制御ループのゲインを自動的に設定する方法および装置を提供する。

【解決手段】 本発明によれば、1つの方法ステップにおいて、制御量の振幅値および制御差の振幅値がそれぞれ、帯域フィルタリング、二乗処理、低域フィルタリング、平方根抽出を受けた制御量および制御差の信号で形成され、かつ既存のゲインを表わしゲイン設定手段を使用実施すべきゲイン変更量を算出するために使用される振幅値の商が求められる。本発明の応用分野は、たとえば、走査光線または記録光線あるいは走査レーザ光線または記録レーザ光線を光学記録媒体上に合焦させるか、あるいは情報トラックに追従するために、CDプレーヤまたはDVDプレーヤで使用される制御ループである。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 同調信号を使用して制御ループのゲインを自動的に設定する方法であって、1つの方法ステップにおいて、同調信号(d)が入力される間に既存のゲインが測定され、ゲインの測定値から、制御ループで実施すべきゲイン変更量が算出され、算出されたゲイン変更量を使用してゲインが自動的に設定されることを特徴とする方法。

【請求項2】 一定の振幅を有する同調周波数が入力される間に既存のゲインが測定され、前記同調周波数が同調信号(d)として使用されることを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項3】 使用される同調周波数が、開制御ループのゲインの絶対値曲線がゼロdB線と交差する周波数に等しい正弦波周波数であることを特徴とする請求項2に記載の方法。

【請求項4】 同調信号(d)が、制御ループの制御量(x)に加えられることによって制御ループに入力されることを特徴とする請求項1から3のいずれか一項に記載の方法。

【請求項5】 既存のゲインが、制御量(x)の振幅値(A1)と制御差(xd)の振幅値(A2)の商として測定されることを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項6】 商の被除数が制御量(x)の振幅値(A2)で形成され、商の除数が制御差(xd)の振幅値(A1)で形成されることを特徴とする請求項5に記載の方法。

【請求項7】 制御量(x)の振幅値(A1)と制御差(xd)の振幅値(A2)がそれぞれ、帯域フィルタリング、二乗処理、低域フィルタリング、平方根抽出を受けた制御量(x)および制御差(xd)の信号で形成されることを特徴とする請求項5および6のいずれか一項に記載の方法。

【請求項8】 ゲインを自動的に設定するために実施すべきゲイン変更量を算出するために、測定されたゲインの反数が使用されることを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項9】 制御ループ内の同調信号(d)のゲイン1dBまたは0dBが、制御ループのゲインに、測定されたゲインの反数を乗じることによって自動的に設定されることを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項10】 制御ループ内の同調信号(d)のゲイン1dBまたは0dBとは異なるゲインが、制御ループのゲインに、測定されたゲインの反数を乗じ、1dBまたは0dBとは異なるゲインを乗じることによって自動的に設定されることを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項11】 第1の同調信号(d)が入力されるのと同時に第1のゲインが測定され、かつ第2の同調信号(d)が入力されるのと同時に第2のゲインが測定さ

れ、同調信号(d)の周波数とは異なる周波数のゲインを設定するためのゲイン変更量が算出され、算出されたゲイン変更量を使用してゲインが自動的に設定されることを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項12】 同調信号を使用して制御ループのゲインを自動的に設定する装置であって、  
-制御ループに入力される同調信号(d)を生成する同調信号生成装置(G)と、

-同調信号(d)が入力される間に既存のゲインを測定する回路装置と、

-測定された既存のゲインからゲイン変更量を算出するプロセッサと、

-ゲインを設定するゲイン設定手段(GA)が設けられることを特徴とする装置。

【請求項13】 -同調信号生成装置(G)が、一定の振幅で選択可能な周波数を有する同調信号(d)を生成する働きをする安定な限界を有する2端子再帰デジタル・フィルタであることを特徴とする請求項12に記載の装置。

【請求項14】 同調信号(d)が入力される間に既存のゲインを測定する回路装置が、

-帯域フィルタ(BPF1、BPF2)と、

-絶対値生成装置(Q1、Q2)と、

-低域フィルタ(LPF1、LPF2)とを含むことを特徴とする請求項12に記載の装置。

【請求項15】 測定された既存のゲインからゲイン変更量を算出するプロセッサが、制御量(x)の振幅値(A1)と制御差(xd)の振幅値(A2)の商の反数を形成するプロセッサであることを特徴とする請求項12に記載の装置。

【請求項16】 ゲイン設定手段(GA)が、制御ループに付加されたマルチプライヤであることを特徴とする請求項12に記載の装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、走査光線または記録光線あるいは走査レーザ光線または記録レーザ光線を光学記録媒体に合焦させ、または情報トラックに追従するために、たとえばCDプレーヤやDVDプレーヤで使用される制御ループのゲインを自動的に設定する方法および装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】制御ループのゲインを設定するために、基準変数に正弦信号を重ね合わせ、制御量と制御差を互いに比較し、この比較から、制御ゲインを設定するための基準を得ることがすでに知られている(DE-A3635859参照)。これを行うには、制御量の振幅と制御差の振幅を互いに比較することが好ましい。位相余裕を測定し、この測定値を使用して、制御ゲインを設定するための基準を得ることも提案されている。振幅を比較

する際に、同期整流器を使用して、周波数が入力周波数と等しい、制御差の発振成分と制御量の発振成分が除去される。次いで、制御量の除去済み発振成分と制御差の除去済み発振成分の大きさが等しくなったことを比較器が示すまで、制御ユニットを使用してコントローラのゲインが変更される。したがって、既知の方法は、この段階的な同調のために時間のかかる、あるいは低速な対話型方法である。位相情報の評価は、極めて複雑である必要があり、やはり段階的な同調のために低速である。比較ステップの数を減らすと必然的に精度が下がる。制御量の振幅と制御差の振幅を比較するときは、発振成分の位相が制御量の入力周波数および制御差の位相と同じではないので、制御ゲインを厳密には設定しないように注意すべきである。さらに、臨界周波数とは異なる周波数を使用する場合は、この周波数でのループ・ゲインが既知である必要がある。

#### 【0003】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、迅速であるにもかかわらず信頼できる設定および／または同調手順を特徴とする、制御ループのゲインを自動的に設定する方法および装置を提供することである。

#### 【0004】

【課題を解決するための手段】この目的は、メイン・クレームに明示された特徴によって達成される。有利な設計および構成はサブクレームに明示されている。

【0005】本発明の一態様は、ゲインを自動的に設定する際に同調手順の速度を増すことである。この場合、最終的な同調値は、1回の測定とその後に続く計算によって設定される。同調値を連続的に近似することはもはや必要とされず、このことは同調がかなり高速になることを意味する。1つの方法ステップのみで、既存のゲイン係数が測定され、同時に同調信号が入力される。所望の値を得るために実施すべき変更が算出され、ゲインの所望の値が設定される。使用される同調信号または同調周波数は好ましくは正弦雑音周波数であり、この周波数は、開ループのゲインの絶対値曲線が0-dB線と交差する周波数に等しい。正弦雑音周波数はたとえば、制御ループの制御量に加えられ、形成される既存のゲインの値、または形成される既存のゲイン係数はたとえば、制御量の振幅と制御差の振幅の商である。制御量と制御差との間の位相余裕のために生じる欠点を回避するために、制御量の振幅と制御差の振幅はそれぞれ、帯域フィルタリング、二乗処理、低域フィルタリング、平方根抽出を受けた制御量および制御差の信号で形成される。帯域フィルタを使用して、制御信号または制御差信号から同調周波数が除去される。符号に依存しない信号を生成するために信号が二乗され、低域フィルタを使用して、二乗された同調周波数の平均が形成され、この平均から、乗算および根関数計算によって振幅が求められる。このようにたとえば、制御量と制御差で形成された振幅

信号は、制御量の振幅と制御差の振幅の商として示される既存のゲイン係数を表わす。測定されたゲイン係数の反数を使用して、たとえば、1dBまたは0dBに等しい所望のゲインが設定される。この場合、たとえばマルチプライヤで形成されたゲイン設定手段が制御ループに設けられる。ゲイン設定手段は、ゲインを1つの方法ステップのみで所望の値に設定するために使用される。ゲインの絶対値曲線は、同調周波数の範囲でほぼ直線状であるので、値1とは異なるゲイン係数を高精度に設定することもできる。この理由は、ゲインの周波数依存増加が制御量の振幅と制御差の振幅の商から求められることである。このゲインは測定済みの既存のゲインであるので、この同調手順は、たとえばモデルを用いて決定される表を使用してゲインを変更する解決策と比べて高い信頼度を有する。

【0006】しかし、制御量および制御差を使用してゲインを測定する上記の実施形態だけでなく、制御ループ内の他の接続点を使用してゲインを測定する他の実施形態を実施することも可能である。この場合、ゲイン測定のための接続点を選択するために生じる特定の特徴を考慮することも必要である。たとえば、入力雑音信号および制御差を使用してゲインを測定する場合、そのような測定値は、オフセットが6dBになるが、基本的に、本明細書に示す解決策と同じである。この場合、6dBのオフセットは、測定されたゲイン値を評価する際に考慮すべきである。このため、制御ループのゲインを自動的に設定する本発明の方法は、ゲイン測定のための接続点の選択にはそれほど依存しない。

【0007】既存のゲイン係数が確実に、ゲイン特性曲線の直線範囲で求められた係数となるように、制御量の振幅と制御差の振幅の商の値が1未満になるかどうかを判定する追加の検査が行われる。1未満にならない場合、本発明の他の態様では、場合によっては測定が行われる前に、係数1未満、好ましくは0.75を使用して、ゲインがより低い値に設定される。

【0008】図面および例示的な実施形態を用いて本発明を以下に詳しく説明する。

#### 【0009】

【発明の実施の形態】各図では、参照符号が共通的に使用されている。図1は、1つの方法ステップのみでのゲインの自動設定に関する概略図を示す。制御増幅器CTと被制御システムRSとを備える制御ループにおいて、同調信号生成装置Gを使用して制御ループに同調信号dが入力され、同調信号dが入力されると同時に、あるいはこの信号が入力された後に、ゲイン設定手段GAを使用して、1つの方法ステップのみで自動的にゲインが設定される。図1に示した例示的な実施形態では、同調信号dの入力は、被制御信号RSの出力と制御増幅器CTの入力との間で行われる。言い換えれば、制御量xが供給され、その出力が制御差xdを与える加算点に、同

調信号  $d$  が入力される。しかし、基本的に、同調信号  $d$  は制御ループ内の任意の点に入力することができる。しかし、ゲイン設定手段  $GA$  を使用して設定されるゲイン係数を算出するときには、同調信号  $d$  が入力される点を考慮しなければならない。同調信号  $d$  を制御差  $x$  と比較することによって既存のゲイン係数を求める際には、たとえばオフセット  $6\text{ dB}$  を考慮すべきである。ゲイン設定手段  $GA$  を使用して、制御ループの既存のゲイン係数が測定され、実施すべきゲインの変更が算出され、次いでこの値を使用して制御ループのゲインが自動的に設定される。一般に、ゲインまたはゲイン係数は、基準信号と測定信号の比として指定することができる。同調信号の振幅または位相と測定信号の振幅または位相を互いに比較し、指定された振幅比または位相比が達成されるまで制御ループのゲインを変更することはすでに知られている。既知の方法によれば、このように所望の比に近づけるために制御ループのゲインが段階的に変更されていた。したがって、制御ループのゲインを自動的に設定するには、いくつかの方法ステップが必要であった。ゲインを1つの方法ステップのみで設定することは、既存のゲイン係数を測定し、所望のゲイン値を達成するために実施すべき変更を算出することによって可能になる。この場合、算出された値は、ゲインを設定するために使用される値を表わす。使用される測定信号は、制御ループから得られる信号であり、既存のゲイン係数を表す。既存のゲイン係数を表わす信号は好ましくは、同調信号  $d$  が入力されたときの測定信号の振幅である。既存のゲイン係数を算出するために、まだ同調されていない制御ループに同調信号  $d$  が入力されたときのゲイン係数を表わす測定信号が、基準信号との比に変換される。その既知のパラメータのために既知である同調信号  $d$  で基準信号が形成される。この場合、測定信号と基準信号で形成される商は、既存のゲイン係数を表す。既存のゲイン係数を表わす商は好ましくは、ゲイン設定手段  $GA$  に設けられたマイクロプロセッサを使用して形成される。与えられる同調信号  $d$  はたとえば、正弦雑音周波数、すなわち、開ループのゲインの絶対値曲線が  $0 - d\text{ dB}$  線と交差する周波数で形成された同調周波数であるので、制御ループで実施すべきゲイン変更では、既存のゲイン係数を考慮しなければならない。たとえば、ゲイン  $1$  を設定するには、制御ループのゲインに、既存のゲイン係数を表わす商の逆数を乗じる。したがって、制御ループのゲインの自動設定は1つの方法ステップのみを使用して達成される。ゲイン  $1$  を設定するために実施すべき制御ループのゲインの変更が判明したので、値  $1$  とは異なるゲイン値を設定することもできる。これは特に、同調周波数領域内のゲインの絶対値曲線がほぼ直線状であるために可能になる。最終的な同調値は、1回の測定とその後に続く計算によって求められる。連続的な近似は必要とされず、このことは同調がかなり高速であることを意味す

る。

【0010】図1に示した実施形態では、同調信号  $d$  がほぼ一定であるものと仮定されている。この要件の下では、同調信号  $d$  を既知の信号として仮定することができ、開ループのゲインの絶対値曲線が  $0 - d\text{ dB}$  線と交差する周波数に等しいか、あるいはそれに近い正弦雑音周波数が同調信号  $d$  であるので、1つの測定信号のみを使用して既存のゲイン係数が求められる。

【0011】しかし、図2に示したように、基準信号として使用される同調信号  $d$  を測定手順に含めることも可能である。図1に示した被制御システム  $RS$  は図2のアクチュエータ  $ACT$  および検出器  $DET$  で形成される。ゲイン設定手段  $GA$  に設けられたマイクロプロセッサは、同調信号  $d$  を制御ループに入力する瞬間を決定する。この場合、同調信号生成装置  $G$  はゲイン設定手段  $GA$  に接続される。走査光線または走査レーザ光線をディスク表面上に合焦させ情報トラックに追従するために、たとえば  $CD$  プレーヤまたは  $DVD$  プレーヤで使用される制御ループでは、アクチュエータ  $ACT$  および検出器  $DET$  はピックアップで形成される。光線を追跡または合焦させる手段は、対物レンズを含むアクチュエータと、記録媒体から反射された光を評価するために使用されるフォトダイオードは検出器  $DET$  を形成する。さらに、検出器  $DET$  は通常、前置増幅器を有する。アクチュエータ  $ACT$  と検出器  $DET$  の両方の生産時の製造公差と、走査される記録媒体のそれぞれの異なる特性のために、制御ループ・パラメータは製造理由に応じて異なるものと仮定すべきである。このことは、同調信号  $d$  のパラメータは既知であるが、もはや同調周波数  $d$  のゲインを事前に求めることも、あるいは既知の値とみなすこともできないことを意味する。それにもかかわらず、基準信号として使用される同調信号  $d$  を測定手順に含めると、1つの方法ステップでゲインを自動的に設定することが可能になる。この種の実施形態の原則を図3に示す。この実施形態の基本的な態様は、ゲイン設定手段  $GA$  が、同調信号  $d$  が入力される点の上流側および下流側で測定信号を測定することである。図3に示した概略図はすでに、この後に続く例示的な実施形態に対応するが、本発明は、同調信号  $d$  が入力される点のすぐ上流側および下流側で取り込まれる測定信号に限らない。

【0012】測定信号形成に関する好ましい実施形態を図4に示す。図4に示したように、同調信号  $d$  は、通常は基準変数に対応する制御ループ内の点に入力される。同調信号  $d$  に基準変数（図示せず）を重ね合わせることも可能である。しかし、この制御ループでは、基準変数は一般に  $0$  になるように選択される。図4に示した測定信号形成に関する該略図に示すように、制御量  $x$  および制御差  $x$  の信号はそれぞれ、帯域フィルタ  $BPF1$ 、 $BPF2$  に加えられる。帯域フィルタ  $BPF1$ 、 $BPF2$  はそれぞれ、二乗要素  $Q1$ 、 $Q2$  に接続され、二乗要

案の下流側には、低域フィルタLPF1、LPF2が接続される。制限雑音周波数で形成され、開ループの絶対値曲線が0-dB線と交差する周波数に等しい同調信号dを制御信号xおよび制御差x dから除去するために、帯域フィルタBPF1、BPF2が使用される。二乗要素のQ1およびQ2は、符号に依存しない信号を生成し、その後続く積分器または低域フィルタLPF1、LPF2は二乗雑音周波数の平均を形成する。第1の低域フィルタLPF1からの出力信号A1および第2の低域フィルタLPF2からの出力信号A2がマイクロプロセッサに供給され、マイクロプロセッサは制御信号の振幅絶対値および制御差信号の振幅絶対値を算出する。この場合、マイクロプロセッサは各出力信号A1、A2を二乗し、次いで根関数を算出する。この場合、制御量xの振幅と制御差x dの振幅の商は、制御ループの既存のゲイン値を表わす。この商または制御ループの既存のゲインが1とは異なる場合、このことは、この制御ループの場合、同調周波数または正弦雑音周波数が既存のゲイン値に応じて現在の設定で増幅または減衰されることを意味する。選択された同調周波数は、開ループの絶対値曲線が0-dB線に交差する周波数に等しい正弦雑音周波数であるので、一般に、ゲイン値1dBまたは0dBに同調させることが望ましい。ゲイン設定手段GAを使用して、制御ループの既存のゲインに、制御量xの振幅と制御差x dの振幅の商の反数が乗じられるので、この所望のゲインは自動的に設定される。この場合、制御ループ内の制御増幅器CTは好ましくは、既存のゲインとして測定される値の反数に設定されるマルチプライヤを有する。このことは、単一の方法ステップだけで制御ループのゲインを自動的に設定できることを意味する。設定すべきゲイン値、または制御量xの振幅と制御差x dの振幅の商から得られる既存のゲイン値を求めることができるのは、同調周波数の領域内のゲインの絶対値曲線がほぼ直線状であるためである。

【0013】上記の原則を考慮に入れ、ゲイン1とは異なるゲイン値を自動的に設定するときこの方法が同様に使用される。1とは異なる既存のゲイン値を用いた場合、制御量xの振幅と制御差x dの振幅の商に、この商の反数だけでなく所望のゲイン値が乗じられる。

【0014】制御ループのゲインの増加が既知の値である場合、使用される同調信号dは、開ループのゲインの絶対値曲線が0-dB線と交差する周波数以外の正弦雑音周波数でもよい。この場合、帯域フィルタBPF1、BPF2と、必要に応じて低域フィルタLPF1、LPF2をこの周波数に応じて構成すべきである。次いで、本発明によって測定された既存のゲイン値と、このゲイン値が求められた周波数と、既知の値であるものと仮定されるゲインの増加を使用して、ゲインが値1を有するか、あるいは0-dB線と交差する周波数が求められる。

【0015】図4に示した測定信号形成に関する概略図を見ればわかるように、対応するモジュールを使用して出力信号A1、A2が形成される。したがって、測定信号を形成する回路装置の実施形態は、図5に示した概略図に示したように設けられる。図5に示したように、検出器DETによって与えられる制御量xと、制御増幅器CTの上流側で発生する制御差x dは順次、ゲイン設定手段GAに供給される。ゲイン設定手段GAは有利には、帯域フィルタと、二乗要素と、低域フィルタだけを有する。この場合、同調信号生成装置Gを使用して生成される同調信号dが制御ループに入力され、同時に制御量xの振幅が測定されると共に、制御差x dの振幅が測定される。同調信号生成装置Gは好ましくは、選択可能な周波数と一定の振幅とを有する発振器である。

【0016】図6は、同調信号生成装置Gの例示的な実施形態を示す。これは、第1のレジスタR1および第1のマルチプライヤC1が接続されたトリガTを備えるデジタル実施形態である。第1のレジスタR1は、第2のマルチプライヤC2の上流側に接続され、第2のマルチプライヤC2の出力は加算器A1に接続され、加算器A1は第1のマルチプライヤC1からの出力信号も受け取る。単一の第2の加算器A2の一方の入力は第1の加算器A1の出力に接続され、第2の加算器A2の出力は第2のレジスタR2の入力に接続される。第2のレジスタR2は、第3のマルチプライヤC3に接続された第1の出力を有し、第2のレジスタの第2の出力は第3のレジスタR3に接続される。第3のレジスタR3の出力はマルチプライヤC4に接続され、マルチプライヤC4の出力は第3の加算器A3の一方の入力に接続される。これに対して、加算器A3の他方の入力には、二乗要素X2を介して第3のマルチプライヤC3の出力が接続される。加算器A3の出力は加算器A2の一方の入力に接続され、加算器A2と第2のレジスタR2の共通の接続点は、第5のマルチプライヤに接続される。第5のマルチプライヤの出力は周波数信号Fを形成し、周波数信号Fは、マルチプライヤのパラメータを設定することによってその周波数を選択することができ、かつ一定の振幅を有する。

【0017】使用される帯域フィルタは好ましくは、図7に示した構造であり、帯域フィルタの入力EBPFが第4のレジスタR4および第6のマルチプライヤC6に接続される。第6のマルチプライヤC6の出力は第4の加算器A4に接続され、加算器A4の他方の入力第7のマルチプライヤの出力に接続され、第7のマルチプライヤは第4のレジスタR4に接続される。第4の加算器の出力は、第8のマルチプライヤC8を介して第5の加算器A5の一方の入力に接続される。第5の加算器A5の出力は、帯域フィルタの出力ABPFを形成すると共に、第5の加算器A5の入力に接続された第9のマルチプライヤC9と第5のレジスタR5とで形成されたフィ

ードバック経路の接続点を形成する。

【0018】デジタル低域フィルタの構造を図8に示す。低域フィルタの入力ETPFは第10のマルチプライヤC10で形成され、第10のマルチプライヤC10の出力は第6の加算器A6に接続される。第6の加算器A6の出力は第6のレジスタR6および第11のマルチプライヤC11を介して加算器A6の第2の入力にフィードバックされ、第6の加算器の出力は第12のマルチプライヤC12を介して低域フィルタの出力ATPFを形成する。帯域フィルタおよび低域フィルタの特性は適切な係数を使用して設定される。この係数は、マルチプライヤの対応する設定値である。

【0019】図9から図13は、振幅信号形成を示す適切な振幅/時間グラフを示す。

【0020】図9は、同調信号dとして使用され、好ましくは、開ループのゲインの絶対値曲線が0-dB線と交差する周波数に等しい正弦雑音周波数を示す。同調信号dを制御ループに入力すると、たとえば、図10に示した曲線を有する制御差x dが得られる。

【0021】図10を見ればわかるように、図9に示した同調信号dの振幅および位相角は制御ループの影響を受ける。このことは、制御差x dと制御量xの両方に当てはまる。既存のゲインまたは制御ループの既存の特性の影響を受ける同調信号dは、制御信号xまたは制御差x dから同調信号dの周波数を除去するために帯域フィルタリングを受ける。

【0022】帯域フィルタの出力は、図11に示した信号を形成し、この信号の振幅は一樣であり、同調信号dの周波数を有する。制御ループの既存のゲイン値が1とは異なる場合、図11に示した信号の位相は、同調信号dに対してシフトされる。次いで、すでに一樣になっている図11に示した信号が二乗され、それによって、図12に示したように、二乗要素の出力で、符号に依存しない信号が形成される。この信号は、二乗されているので、図11に示した信号の周波数の2倍の周波数を有する。

【0023】図12に示した信号の低域フィルタは、制御量xの振幅と制御差x dの振幅に対応する図13に示した振幅信号を生成する。このように形成された制御信号の振幅信号と制御差信号の振幅信号との商は、入力同調信号dの制御ループの既存のゲインに対応する。前述のように、この場合、1つの方法ステップだけを使用して制御ループ内に所望のゲイン値が自動的に設定される。

【0024】本発明は、制御信号および制御差信号を使用して制御ループの既存のゲインが測定された、上記に示した例示的な実施形態に限らない。制御ループの既存のゲインを求めるために例示的な実施形態とは異なる接続点を選択するときは、接続点の測定されるゲイン係数に対する影響に適切な注意を払うべきである。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】ゲインの自動設定に関する概略図である。

【図2】同調信号測定を使用するゲインの自動設定に関する概略図である。

【図3】制御ループ信号測定を使用するゲインの自動設定に関する概略図である。

【図4】測定信号形成に関する概略図である。

【図5】測定信号形成に関する実施形態の概略図である。

【図6】雑音信号生成装置のブロック図である。

【図7】帯域フィルタのブロック図である。

【図8】低域フィルタのブロック図である。

【図9】雑音周波数の振幅/時間グラフである。

【図10】重ね合わされた制御差を含む雑音周波数の振幅/時間グラフである。

【図11】帯域フィルタリングをかけた、重ね合わされた制御差を有する雑音周波数の振幅/時間グラフである。

【図12】帯域フィルタリングおよび二乗処理をかけた雑音周波数の振幅/時間グラフである。

【図13】帯域フィルタリング、二乗処理、低域フィルタリングをかけた雑音周波数の振幅/時間グラフである。

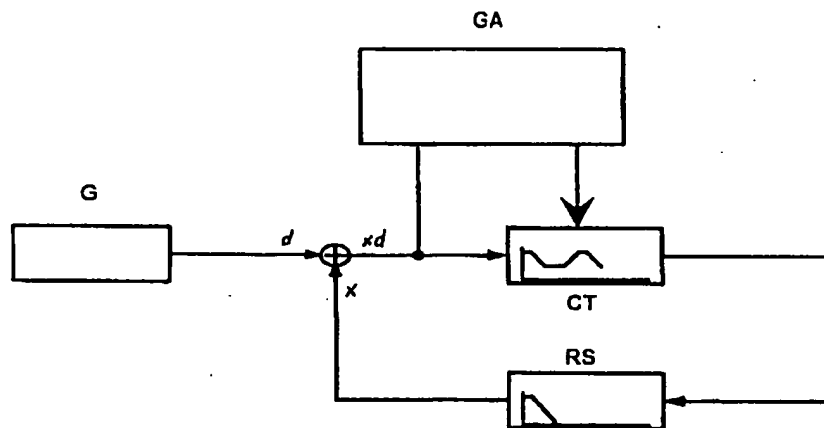
#### 【符号の説明】

CT 制御増幅器  
RS 被制御システム  
G 同調信号生成装置  
d 同調信号  
GA ゲイン設定手段  
x 制御量  
x d 制御差  
DET 検出器  
ACT アクチュエータ  
BPF1、BPF2 帯域フィルタ  
Q1、Q2 二乗要素  
LPF1、LPF2 低域フィルタ  
A1、A2 出力信号、加算器  
R1 第1のレジスタ  
C1 第1のマルチプライヤ  
C2 第2のマルチプライヤ  
R2 第2のレジスタ  
C3 第3のマルチプライヤ  
R3 第3のレジスタ  
C4 マルチプライヤ  
A3 第3の加算器  
x2 二乗要素  
F 周波数信号  
EBPF 入力  
C6 第6のマルチプライヤ  
A4 第4の加算器

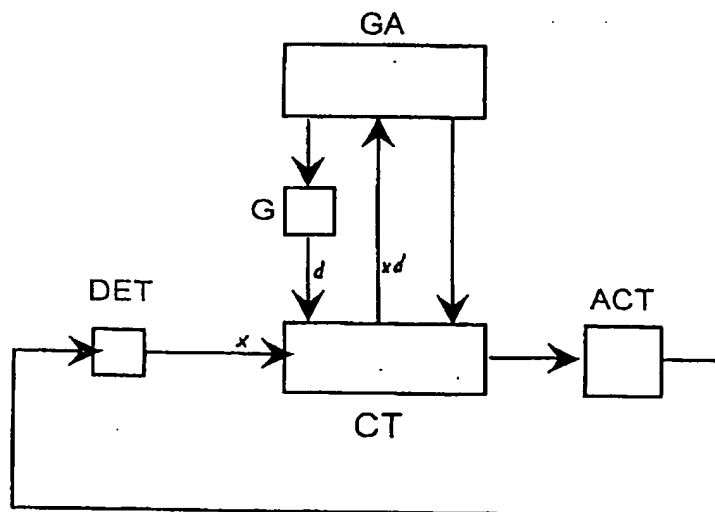
R4 第4のレジスタ  
A5 第5の加算器  
ABPF 出力  
R5 第5のレジスタ  
C9 第9のレジスタ

ETPF 入力  
A6 第6の加算器  
R6 第6のレジスタ  
ATPF 出力  
C12 第12のマルチプライヤ

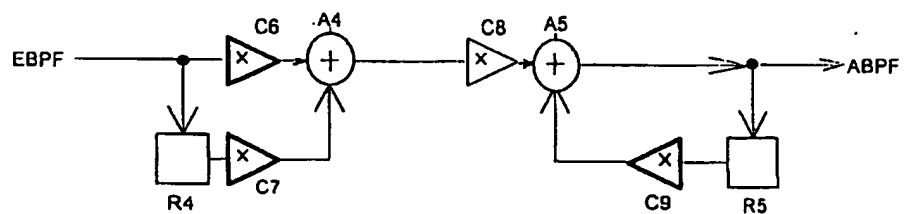
【図1】



【図2】



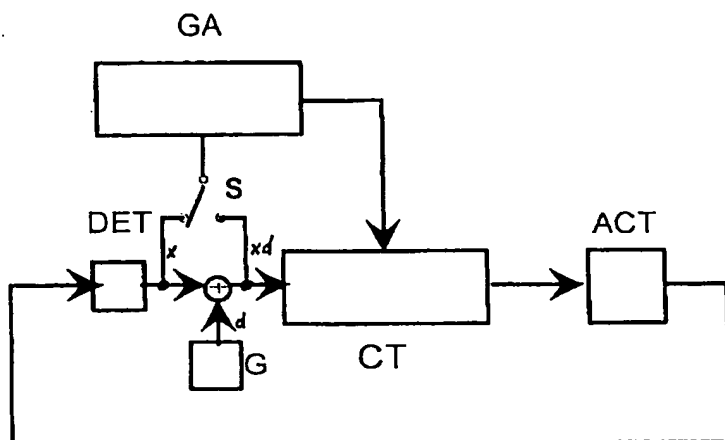
【図7】



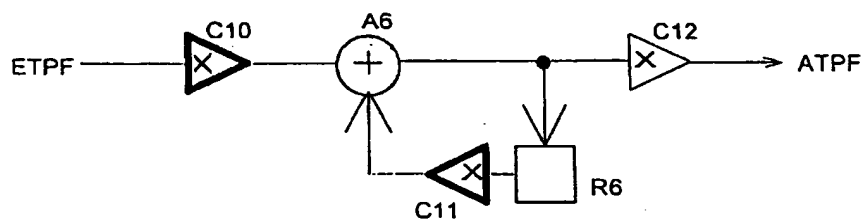
The diagram illustrates a control system with feedforward. The reference input enters a square block, which is the detector (DET). The output of the detector is the error signal  $x$ . This error signal is fed into two parallel paths: a feedforward path (GA) and a feedback path. The feedforward path (GA) is represented by a rectangular block. The output of the feedforward path is added to the error signal  $x$  at a summing junction (represented by a circle with a plus sign). The resulting signal  $xd$  is the control signal, which is fed into the controller (CT), represented by a rectangular block. The output of the controller is fed into the actuator (ACT), represented by a square block. The output of the actuator is the system output. The system output is also fed back to the detector (DET) to complete the feedback loop.



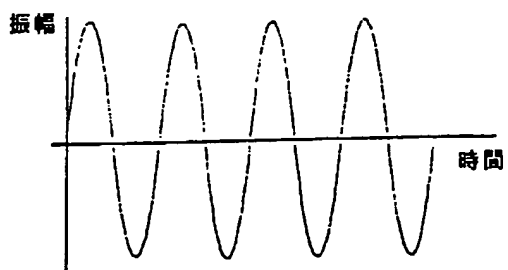
【図5】



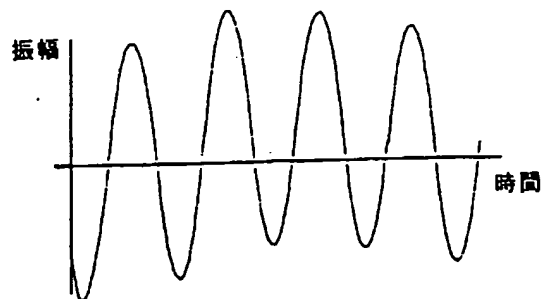
【図8】



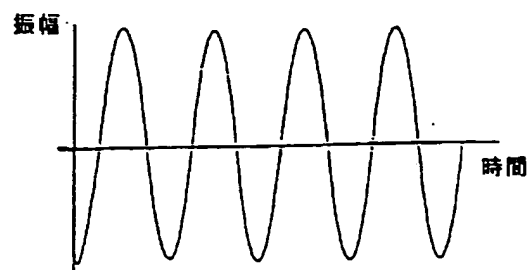
【図9】



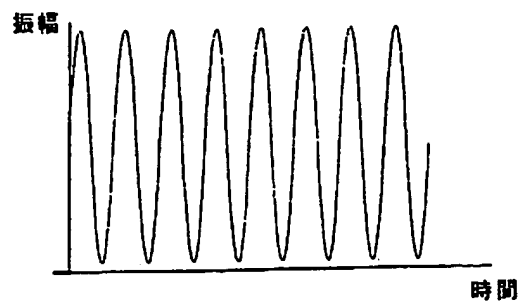
【図10】



【図11】



【図12】



【図13】

